

**ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ РАСПЛАВА,
ПОЗИЦИОНИРОВАННОГО В ПРОСТРАНСТВЕ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ, НА ДЛИННОМЕРНЫЕ НЕ
ДЕФОРМИРУЕМЫЕ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЯ С СОВМЕЩЕННЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ**

**METAL COATING TECHNOLOGY WITH COMBINED OPERATIONS FROM MELT POSITIONED
IN SPACE BY MAGNET FIELD ON LONG-LENGTH NONDEFORMED METAL ITEMS**

Ю.Ф. Бахматов. Н.В.Драпеко. .Р.Темиргалеев.И.Г.Лебедева
ФГОБУ ВПО Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова г.
Магнитогорск.
ybakhmatov@yandex. ru

Abstract

Developed the technological process application galvanic protector metal coating on steel nondeformed products, in metal bath lower solution level.

This is achieved by creating a processing medium, consisting of liquid-alloy and ferromagnetic elements, positioning magnetic field outside source in the space.

This technology allows you to create such processing volumes of liquid-alloy with dimensions not related to the size of the items.

В Магнитогорском государственном техническом университете разрабатывается технологический процесс нанесения из расплава протекторных металлических покрытий на стальные конструкции на базе патента на ПМ [1]. В отличие от погружения изделия в ванну с расплавом (с вертикальным перемещением) разрабатываемая технология предполагает транспортировку изделия ниже зеркала ванны расплавленного металла.(горизонтальное перемещение). Это условие в предлагаемой технологии обеспечивается созданием оперативного пространства заполненного рабочей средой, состоящей из расплава и погруженных в них ферромагнитных элементов. В свою очередь на эту среду оказывает силовое воздействие внешнее магнитное поле, создаваемое внешним источником. На ферромагнитную, частицу находящуюся в магнитное поле действует сила, пропорциональная объему частицы V (т.е. массе), магнитной восприимчивости χ_m и напряженности магнитного поля H . Это соотношение имеет вид:

$$F = \chi_m V H dH/dx,$$

Во внешнем магнитном поле частицы, вследствие магнитной коагуляции, образуют конгломерат- цепочки частиц вдоль которых происходит уменьшение градиента H . Металл расплава удерживается на поверхности частиц за счет сил поверхностного натяжения, которые интегрально зависят от суммарной площади поверхностей частиц, т.е. от их размера. Но увеличение дисперсности частиц не может быть неограниченным. Дело в том , что конструкционные изделия, в области технологических температур также ферромагнитны и изменение градиента напряженности магнитного поля связано с размерами их сечения, и, следовательно, с объемом. Так как поле будет замыкаться через изделие, при своем движении оно может увлекать частицы с малым объемом. Поэтому решается задача создания

технологической среды, удовлетворяющей этим, противоположным требованиям.

Таким образом и силы поверхностного натяжения также способствуют коагуляции рабочей среды. Эта среда, т.е. вся масса может быть использована для поднятия расплава выше зеркала и пропускания через нее покрываемого изделия [2], [3]. Кроме этого эта среда способна оказывать сопротивление гидростатическому давлению объема расплава. Это её свойство может быть использовано для создания запирающих (шлюзовых) устройств в стенках ванны, через которые пропускается изделие, рис. 1.,

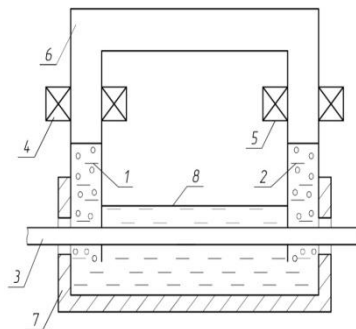


Рис. 1. Схема установки плакирования с прямоточным перемещением изделия 3 через шлюзовые устройства 1,2.
4,5 - электромагниты, 6 - магнитопровод;
7 - ванна с расплавом, 8 - зеркало ванны.

где изделие 3 пропускается ниже зеркала ванны 8 через шлюзовые устройства 1,2. В этих технологических схемах длина ванны может быть существенно меньше длины обрабатываемого изделия. Как правило, длина металлоконструкции 6-9м, и в традиционных технологиях такие размеры должны быть у ванны с расплавом. Расчетная длина ванны для реализации по разрабатываемой технологии примерно 1м.

Как уже отмечалось расплав удерживается на поверхности ферромагнитных элементов силами поверхностного натяжения, которые определяются смачиванием (углом смачивания). Образование пленки покрытия также обеспечивается смачиванием расплавом поверхности изделия. Между поверхностью элементов рабочей среды и поверхностью изделия образуются временные капиллярные структуры, которые и определяют, в основном, механизм образования пленки расплава на изделии. Рис 2. Из всей совокупности явлений в капилляре в нашем случае можно выделить: термокапиллярный эффект, и, так называемый, "геометрический", капиллярный эффект.

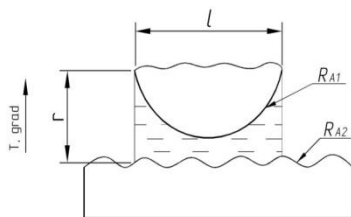


Рис. 2. Схема образования капиллярной структуры и её параметры
 R_{A1} – микрогеометрия элемента; R_{A2} – микрогеометрия изделия;
 l – длина капилляра; Γ – сечение капилляра.

Действие термокапиллярного эффекта проявляется в увеличение скорости и высоты подъема жидкости при наличии в капилляре разности температур. Таким образом, термокапиллярный эффект это зависимость растекания жидкости от неравномерности нагрева жидкого слоя. Эффект объясняется тем, что поверхностное натяжение жидкости уменьшается при повышении температуры. Поэтому при различии температур в разных участках жидкого слоя возникает движущая сила растекания, которая пропорциональна градиенту поверхностного натяжения жидкости, которое уменьшается при повышении температуры. В результате возникает поток жидкости в смачивающей пленке. Так как в реальных технологиях температура ферромагнитных частиц и поверхности изделия различна, то перетекание расплава происходит от холодной зоны к горячей. На этот поток оказывает влияние и наличие флюса на поверхности изделия.

Из рисунка 2 видно, что геометрия капилляра (Γ) переменна по длине (l), что обеспечивает влияние "геометрического эффекта", действие которого проявляется через течение жидкости в сторону меньшего сечения (Γ). Влияние этих эффектов проявилось при проведении экспериментов, но носит пока случайный характер и требует дополнительного изучения.

Более определенно проявляется влияние микрогеометрии поверхностей R_{A1} и R_{A2} . Известно, что явление смачивания определяется углом смачивания θ , или $\cos \theta$. Известно, что косинус угла смачивания (θ') на шероховатой поверхности во столько раз больше косинуса угла смачивания (θ) на гладкой поверхности, во сколько раз фактическая площадь шероховатой поверхности больше гладкой. Отсюда вытекает влияние шероховатости поверхности на смачивание. Если расплав смачивает поверхность металла, т. е. $\theta' < 90^\circ$, а $\cos \theta' > 0$, то увеличение шероховатости приводит к увеличению $\cos \theta'$, т.е. к уменьшению θ' , а следовательно, и к улучшению смачивания. Таким образом определяется механизм переноса расплава с поверхности ферромагнитных элементов на поверхность изделия, которым можно управлять варьируя температурными режимами, геометрией ферромагнитных элементов и напряженностью магнитного поля и микрогеометрией поверхностей элементов и изделия соответственно.

Проведенные исследования показали перспективность реализации разрабатываемого технологического процесса и его экономическую эффективность.

Список литературы

1. Бахматов Ю.Ф., Бахматов И.Ю. Устройство для нанесения покрытия на изделия из вещества, находящегося в жидкой фазе. Патент на полезную модель № 114686
2. Бахматов Ю.Ф. Драпеко Н.В., Тимиргалеев К.Р. Технология нанесения металлических покрытий из расплава на длинномерные металлоизделия с совмещенными операциями очистки и стимулированной кристаллизацией // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: междунар. сб. науч. тр. / под ред. В.М. Салганика. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. С. 247-251.
3. Бахматов Ю.Ф. Драпеко Н.В., Тимиргалеев К.Р. Технологические перспективы нанесения протекторных металлических покрытий на стальные конструкции из расплава, позиционированного в пространстве магнитным полем // Материалы междунар. науч.-практич. конф. «Создание высокоэффективных производств на предприятиях горно-металлургического комплекса» (3-4 сентября, 2013 г. Верхняя Пыжма). Екатеринбург – Уральский рабочий.. 2013. С. 150.